

PENGARUH METODE PERKECAMBAHAN DAN SUBSTRAT KERTAS TERHADAP VIABILITAS BENIH *Eucalyptus pellita* F. Mull

(The Effect of Method and Germination Paper Substrate on Viability of *Eucalyptus pellita* F. Mull Seed)

Naning Yuniarti^{1*}, Megawati¹ dan Budi Leksono²

¹Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan

Jl. Pakuan Ciheuleut PO.Box 105 Bogor, Jawa Barat, Indonesia Telp./Fax. +62 2518327768

²Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan

Jl. Palagan Tentara Pelajar Km.15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia 55582

Telp. +62 274895954, Fax. +62 274896080

Article Info

Article History:

Received 30 November 2015;
received in revised form 21
October 2016; accepted 1
December 2016.

Available online since 31
March 2017

Kata kunci:

Eucalyptus pellita
Substrat kertas
Metode perkecambahan
Viabilitas

ABSTRAK

Penanganan benih *Eucalyptus pellita* yang kurang tepat akan menyebabkan benih tersebut memiliki viabilitas yang rendah sehingga untuk memperbaiki viabilitasnya diperlukan teknik penanganan yang tepat. Untuk mengetahui potensi perkecambahan benih sebagai hasil penanganan diperlukan uji perkecambahan benih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode perkecambahan dan substrat kertas terhadap viabilitas benih *E. pellita*. Benih *E. pellita* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kebun benih semai (KBS), yang terdapat di Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Riau. Metode pengujian perkecambahan yang dilakukan di laboratorium adalah metode perkecambahan uji di atas kertas (UDK) dan uji antar kertas (UAK) dan beberapa substrat kertas (kertas merang, towel, saring, dan koran). Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap pola faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) metode perkecambahan dan substrat kertas berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih *E. pellita*, (2) metode perkecambahan dan substrat kertas yang terbaik untuk perkecambahan benih *E. pellita* yaitu metode uji di atas kertas dengan menggunakan substrat kertas koran (Daya Berkecambah 204 kecambah/0,01 gr).

Keywords:

Eucalyptus pellita
Paper substrate
Germination method
Viability

ABSTRACT

Improper seed handling of *Eucalyptus pellita* will reduce seed quality, so as to improve the viability of the seed proper handling techniques are needed. To investigate the seed germination potency as a result of seed handling germination seed tests are needed. The purpose of this study was to examine the effect of germination method and paper substrate on the viability of *E. pellita* seeds. Seeds used in this study were from seedling seed orchard in South Sumatra, South Kalimantan, and Riau. Seed germination methods used in the laboratory tests were method of top paper and between paper tests, besides that, different papers were used such as: paper substrate namely straw paper, towel paper, filter paper, and newspaper. Factorial experimental design completely randomized was used. The results showed that: (1) the method of germination and paper substrate was significant (2) the best paper substrate and germination method was the method of top paper test with used media of newspaper (germination percentage 204 seedling /0.01 grams).

* Corresponding author. Tel.: +62 81219575609
E-mail address: naningbtp@yahoo.co.id (N. Yuniarti)

I. PENDAHULUAN

Pengembangan hutan tanaman penghasil pulp sedang digalakkan untuk memenuhi kebutuhan pulp yang semakin meningkat. Salah satu jenis tanaman hutan unggulan yang telah dikembangkan sebagai penghasil pulp yaitu *Eucalyptus pellita* F. Mull. (Darwo *et al.*, 2012). *E. pellita* termasuk ke dalam famili Myrtaceae. Jenis ini tumbuh menyebar secara alami di Papua Nugini, Papua (Indonesia), dan Queensland (Australia). Selain untuk bahan pulp, kayunya bisa digunakan untuk bahan lantai, panel, dan kayu pertukangan (Doran & Turnbull, 1997).

Dalam rangka menunjang keberhasilan penanaman jenis tersebut, diperlukan penanganan benih secara tepat sehingga dapat meningkatkan viabilitas benihnya. Untuk mengetahui viabilitas atau mutu benih, perlu dilakukan pengujian daya berkecambah (Rohandi & Widayani, 2007). Perkecambahan adalah suatu pengaktifan embrio yang mengakibatkan terbukanya kulit benih dan munculnya tumbuhan muda. Perkecambahan benih juga merupakan salah satu indikator yang berkaitan dengan mutu benih (Rohandi & Widayani, 2009; Saupe, 2009). Perkecambahan benih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perkecambahan, seperti air, suhu, cahaya, dan media (Suhartati, 2007). Perkecambahan benih dimulai dari proses imbibisi atau proses penyerapan air (Siregar, 2010; Santoso & Purwoko 2008). Daya berkecambah benih memberikan informasi kepada pemakai benih akan kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi wajar dalam keadaan biofisik lapangan yang serba optimum (Sutopo, 2010; Pramono, 2009). Faktor-faktor yang memengaruhi proses perkecambahan benih yaitu air, suhu, oksigen, dan kelembapan (Susilowarno, 2007).

Pengujian perkecambahan dapat dilakukan di laboratorium maupun di rumah kaca. Pengujian perkecambahan di laboratorium dapat menggunakan beberapa metode, yaitu uji di atas kertas (UDK), uji kertas digulung dengan posisi didirikan (UKDdp), dan uji antar kertas (UAK). Pengujian perkecambahan di laboratorium pada umumnya memberikan hasil daya berkecambah lebih tinggi karena mempunyai kondisi perkecambahan yang optimum (ISTA, 2010). Metode pengujian di laboratorium dapat mencerminkan mutu fisik dan fisiologis benih (Suita & Nurhasbi, 2009).

Menurut Widajati *et al.* (2012) pengujian daya berkecambah untuk benih yang berukuran kecil dapat menggunakan metode uji di atas kertas (UDK) dan uji antar kertas (UAK). Metode UDK adalah metode uji perkecambahan yang menggunakan cawan petri dilapisi tiga lembar

media kertas dan benihnya diletakkan di atas kertas, sedangkan metode UAK adalah uji perkecambahan yang menggunakan cawan petri, benihnya diletakkan di antara media kertas. Media kertas dapat menggunakan kertas merang, kertas saring, atau kertas koran. Adapun spesifikasi substrat untuk pengujian daya berkecambah adalah: (1) kertas harus berpori, memungkinkan akar tumbuh (2) bebas dari cendawan, bakteri, dan bahan beracun yang dapat memengaruhi perkecambahan, (3) tetap ulet/kuat selama jangka waktu pengujian, (4) mampu menahan air cukup selama pengujian, dan (5) pH 6,0-7,5. Substrat/media perkecambahan diperlukan dalam kegiatan pengujian perkecambahan benih. Secara fisik, media harus mempunyai porositas yang tinggi, drainase dan aerasi yang baik (Hardiwinoto *et al.*, 2011).

Kamil (1982) mengatakan bahwa yang dimaksud dengan substrat/media perkecambahan adalah bahan atau material tempat benih disimpan untuk pengujian perkecambahan. Dalam menentukan substrat/media dan metode perkecambahan di laboratorium, maka perlu diperhatikan syarat perkecambahan benih, yang menurut Kamil (1982) adalah: (a) adanya air untuk melembapkan benih, (b) suhu yang sesuai, (c) cukup oksigen, dan (d) adanya cahaya. Apabila substrat/media kertas yang digunakan untuk uji perkecambahan, maka kertas tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: berwarna polos, mampu menyerap dan menyimpan air dengan baik, tidak mudah ditembus akar, mudah didapat, murah, harus dapat disterilkan (bebas dari mikroorganisme) serta mempunyai sifat fisik yang seragam. Beberapa substrat/media yang umum digunakan untuk pengujian perkecambahan benih di laboratorium adalah substrat kertas, misalnya kertas towel, kertas koran, kertas saring, dan kertas merang (ISTA, 2010). Metode uji dengan substrat sebagai media, lebih cepat dan lebih mudah menilai struktur-struktur penting kecambah dan dapat dengan mudah distandardisasi. Metode uji dapat dilakukan untuk mendapatkan daya berkecambah dan kekuatan tumbuh, hal ini tergantung pada kondisi lingkungan pengujian benih (Aryunis *et al.*, 2009). Metode perkecambahan yang sudah digunakan SNI (2011) pada benih *E. pellita* adalah metode uji di atas kertas (UDK) dengan menggunakan substrat kertas merang. Kertas merang mempunyai kelemahan yaitu mudah terserang jamur. Oleh karena itu masih diperlukan alternatif penggunaan substrat kertas yang lain yang tidak mudah terserang jamur.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode perkecambahan

dan substrat kertas terhadap viabilitas benih *E. pellita*.

II. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan (BPTPTH) Bogor. Penelitian dilakukan selama tiga bulan, yaitu mulai tanggal 2 Februari 2012 s/d 2 Mei 2012.

B. Bahan dan Alat

Benih *E. pellita* yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih hasil pengunduhan di kebun benih semai (KBS) di Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Riau (Tabel 1).

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah germinator (tipe IPB- 72), kertas merang, kertas towel, kertas saring, kertas koran, pinset, timbangan, cawan petri, plastik klip, label, dan alat tulis.

C. Metode

1. Pengunduhan buah dan ekstraksi benih

Buah yang diunduh adalah benih yang sudah masak fisiologis yang dicirikan dengan warna buah/kapsul cokelat. Selanjutnya buah hasil pengunduhan dilakukan ekstraksi benih dengan cara penjemuran buah selama empat hari dan benih dikeluarkan secara manual. Benih dari ketiga lokasi sumber benih tersebut kemudian dicampur secara komposit menjadi satu kelompok benih.

2. Pengujian Perkecambahan

Metoda pengujian perkecambahan yang dilakukan di laboratorium adalah menggunakan metode perkecambahan uji di atas kertas (UDK) dan uji antar kertas (UAK) dan beberapa substrat kertas (kertas merang, towel, saring, dan koran). Jumlah benih yang diperlukan dari masing-masing perlakuan adalah 4 ulangan x 0,01 gram benih (ISTA, 2010). Jumlah benih per 0,01 gram yaitu berkisar antara 250-300 butir benih.

Cara pengujian metode UDK yaitu benih ditabur atau dikecambahkan di atas 3 lembar kertas. Kertas disterilkan dulu, lalu dilembapkan kemudian benih ditabur di atas kertas yang ditempatkan di cawan petri dan ditutup, selanjutnya diletakkan ke dalam germinator. Cara pengujian metode UAK adalah benih dikecambahkan di antara dua lapis kertas, kemudian diletakkan di cawan petri dengan tutup. Setelah itu cawan petri diletakkan di dalam germinator, dengan suhu 28-29°C, kelembaban 80-90%, dan kondisi pencahayaan selama 24 jam. Untuk pengujian ini digunakan rancangan percobaan acak lengkap dengan pola faktorial, yaitu sebagai berikut:

Faktor A : Metode perkecambahan:

- A1 : UDK (Uji di atas kertas)
- A2 : UAK (Uji antar kertas)

Faktor B : Substrat kertas

- B1 : Kertas merang
- B2 : Kertas towel
- B3 : Kertas koran
- B4 : Kertas saring

Model linier yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Nilai hasil pengamatan akibat pengaruh metode perkecambahan ke-i, substrat kertas ke-j, dan ulangan ke-k
- μ = Nilai rata-rata umum
- A_i = Pengaruh metode perkecambahan ke-i
- B_j = Pengaruh substrat kertas ke-j
- AB_{ij} = Pengaruh interaksi metode perkecambahan ke-i dan substrat kertas ke-j,
- ϵ_{ijk} = Kesalahan percobaan akibat pengaruh interaksi metode perkecambahan ke-i, substrat kertas ke-j, dan ulangan ke k

Tabel 1. Informasi kebun benih semai *E. pellita*

Table 1. Information of seedling seed orchards of *E. pellita*

Informasi (Information)	Kalimantan Selatan (South Kalimantan)	Sumatera Selatan (South Sumatera)	Riau (Riau)
Lokasi tapak	Pleihari	Pendopo	Lipat Kain
Lintang (Selatan)	3°58' LS	4°00' LS	0°00' LS
Bujur (Timur)	114°00' BT	104°00' BT	100°32' BT
Ketinggian (m dpl)	30	80	50
Curah Hujan (mm/tahun)	2.730	2.781	2.781
Jenis Tanah	Ferralsol	Acrisol	Podzollik
Tahun Tanam	1994	1995	1996
Asal Benih	Papua Nugini	Papua Nugini	Papua Nugini

Sumber: Leksono (2010)

Source: Leksono (2010)

Respon (variabel) yang diamati dalam penelitian ini yaitu daya berkecambah. Cara pengamatan perkecambahan pada hari pertama yaitu pada hari ke 7 dan terakhir pengamatan pada hari ke 30. Rumus daya berkecambah untuk benih berukuran kecil adalah sebagai berikut (Sutopo, 2010):

$$\text{Daya Berkecambah} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal}}{\text{Berat benih yang ditabur}}$$

D. Analisis Data

Data-data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial untuk mendapatkan sidik ragam (ANOVA). Apabila berpengaruh nyata maka untuk mengetahui perbedaan perlakuan dan interaksi lebih lanjut dilakukan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan substrat kertas dan metode perkecambahan terhadap daya berkecambah benih *E. pellita* disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi kombinasi perlakuan metode perkecambahan dan substrat kertas berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih *E. pellita*. Hal ini berarti terdapat satu atau beberapa kombinasi perlakuan yang menunjukkan daya berkecambah berbeda satu sama lain. Untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan yang menimbulkan perbedaan terhadap daya berkecambah benih *E. pellita*, maka dilakukan uji beda rata-rata dengan Uji DMRT (Gambar 1).

B. Pembahasan

Interaksi kombinasi perlakuan yang terbaik untuk perkecambahan benih *E. Pellita* yaitu perlakuan substrat/media kertas koran dengan

menggunakan metode uji di atas kertas (UDK), karena dapat menghasilkan nilai daya berkecambah yang tertinggi (204 kecambah/0,01 gram) dibandingkan dengan interaksi perlakuan-perlakuan lainnya, yaitu UDK dengan kertas merang (163 kecambah/0,01 gram), UDK dengan kertas saring (169 kecambah/0,01 gram), UDK dengan kertas towel (200 kecambah/0,01 gram), UAK (uji antar kertas) dengan kertas koran (174 kecambah/0,01 gram), UAK dengan kertas merang (163 kecambah/0,01 gram), UAK dengan kertas saring (162 kecambah/0,01 gram), dan UAK dengan kertas towel (168 kecambah/0,01 gram). Data-data daya berkecambah tersebut telah memenuhi nilai toleransi antar ulangan yang sesuai dengan ISTA (2010). Nilai minimal dan maksimal (standar deviasi) dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penggunaan kertas koran dengan metode UDK sangat cocok digunakan untuk perkecambahan benih *E. pellita*. Hal ini dapat dijelaskan bahwa proses perkecambahannya, benih *E. pellita* memerlukan cahaya yang tinggi (cahaya 24 jam) dan memerlukan kelembapan media yang rendah. Kertas koran memiliki pori-pori (ruang antar sel) yang lebar dan tidak terlapisi apa-apa (tidak ada lapisan lilin atau dempul), sehingga mempunyai sifat mudah menyerap air dan mudah kering, yang diperlukan untuk proses perkecambahan. Metode UDK digunakan untuk benih yang berukuran kecil dan butuh cahaya untuk perkecambahannya (ISTA 2010). Kertas koran mengandung selulosa, lignin, bahan organik 99,10%, protein kasar, ekstrak eter, serat kasar, kalium, dan fosfor. Sehingga kertas koran sangat baik untuk media kertas/subtrat perkecambahan, sebagai pengganti dari kertas saring (Rahmawati, 2015). Selain itu, kelebihan dari kertas koran yaitu harganya lebih murah dan mudah didapat.

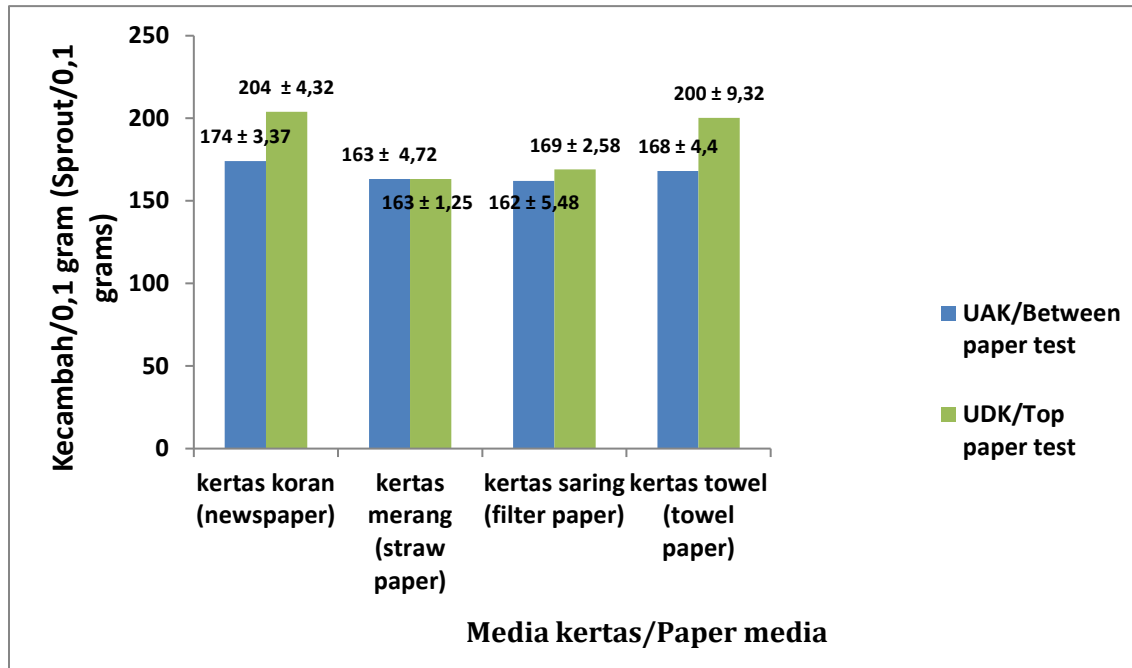
Tabel 2. Sidik ragam pengaruh metode perkecambahan dan substrat kertas terhadap daya berkecambah benih *E. pellita*

Table 2. Analysis of variances the effect of germination method and paper substrate on germination percentage of *E. pellita* seed

Sumber Keragaman (Source of variation)	Derajat Bebas (Degree of freedom)	Jumlah Kuadrat (Sum of square)	Kuadrat Tengah (Mean of square)	F hitung (F calculation)	F tabel (5%) (F table) 5%
Metode (Method)	1	871,531	871,531	9.60*	4,260
Subtrat (Substrate)	3	1636,344	545,448	6.01*	3,009
Interaksi (Interaction)	3	3524,094	1174,698	12,93*	3,009
Sisa (Residual)	24	2179,750	90,823		
Total (Total)	31	8211,719			

Keterangan: * = Berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Remarks : * = Significant at 95% confidence level



Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Remarks: Values followed by the same letter are not significantly different at 95 % confidence level

Gambar 1. Rata-rata daya berkecambah/0,1 gram benih *E. pellita* berdasarkan media kertas dan metoda perkecambahan di laboratorium. Huruf a dan b menunjukkan perbedaan yang nyata.

Figure 1. Average of germination percentage/0,1 grams of *E. pellita* based on paper media and germination method in laboratory. The letter a and b showed significantly different.

Interaksi perlakuan metode perkecambahan uji di atas kertas dengan media kertas koran sudah sesuai dengan SNI/Standar Nasional Indonesia (2011), yang menyatakan bahwa untuk metode uji perkecambahan pada benih *E. pellita* adalah metode uji di atas kertas (UDK) dan media kertasnya dapat berupa kertas koran. Dengan interaksi perlakuan ini dapat menghasilkan nilai daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Suita dan Bustomi (2014) menunjukkan bahwa metode uji di atas kertas (UDK) merupakan metode uji perkecambahan yang baik untuk jenis pilang (*Acacia leucophloea*). Yuniarti et al. (2013) juga melaporkan bahwa metode perkecambahan di laboratorium yang terbaik untuk benih krasikarpa (*Acacia crasscarpa*) adalah metode uji di atas kertas. Berbeda dengan penggunaan kertas merang yang umum digunakan sebagai media untuk pengujian viabilitas di laboratorium, hasil penelitian menunjukkan daya berkecambah yang rendah. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kertas merang memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi sehingga menyebabkan media menjadi terlalu lembap yang kurang sesuai bagi perkecambahan *E. pellita*. Sebagaimana hasil

penelitian Suwarno dan Hapsari (2008) bahwa kertas merang memiliki kemampuan terbesar dalam penyerapan air (46,5 g per unit media).

Hasil penelitian Yuniarti et al. (2015) menyatakan bahwa daya berkecambah benih *E. pellita* yang dihasilkan dari benih yang disortasi dengan ukuran ayakan 600 µm yang dikecambahkan dengan menggunakan substrat kertas merang dan metoda uji di atas kertas yaitu sebanyak 184 kecambah/0,1 gr benih. Menurut Forestry Tasmania (2010) cara untuk mengecambahkan benih *Eucalyptus* yaitu dengan menggunakan wadah plastik yang dilapisi oleh handuk/kain katun lembab, yang sebelumnya disterilisasi dengan cara dipanaskan di dalam microwave selama 1 menit. Selain itu juga dapat menggunakan wadah plastik yang di dalamnya diberi kertas lembap kemudian wadahnya ditutup dengan plastik. Ruang perkecambahannya menggunakan suhu 20°C. Dengan menggunakan metode ini dapat menghasilkan daya berkecambah sebesar 95%.

Menurut Sutopo (2010) faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perkecambahan benih yaitu air, suhu, oksigen, dan cahaya. Sejalan dengan ini Kamil (1982) menyatakan bahwa benih perlu menyerap sejumlah tertentu air

sebelum memulai perkecambahannya. Selain itu juga dikatakan bahwa cahaya dan suhu merupakan kebutuhan dasar yang harus dipenuhi selama proses perkecambahan berlangsung, yang sesuai untuk kebutuhan masing-masing benih. Penggunaan metode UDK dilakukan untuk pengujian mutu benih, misalnya benih *E. grandis*, *E. elata*, dan *E. moluccana* (ISTA, 2010). Boland *et al.* (1980) menyatakan bahwa metoda uji di atas kertas dalam cawan petri cukup memuaskan untuk pengujian benih jenis *Eucalyptus* sp. Substrat/media kertas untuk perkecambahan harus memenuhi persyaratan, diantaranya berwarna polos, mampu menyerap air, tidak mudah ditembus akar, mudah didapat, murah, harus dapat disterilkan (bebas dari mikroorganisme) serta mempunyai sifat fisik yang beragam (Kamil, 1982).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Metode perkecambahan dan substrat kertas berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih *E. pellita*. Substrat kertas dan metode perkecambahan yang terbaik untuk benih *E. pellita* adalah substrat kertas koran dengan menggunakan metode uji di atas kertas (UDK), yang dapat menghasilkan nilai daya berkecambah lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

B. Saran

Substrat kertas koran dapat digunakan untuk pengujian perkecambahan benih berukuran halus seperti *E. pellita*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Arara Abadi di Riau, PT. Musi Hutan Persada di Sumatera Selatan dan PT. Inhutani II di Kalimantan Selatan atas kerjasama yang baik dalam memberikan materi genetik untuk penelitian ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada Ateng Rahmat Hidayat, S.Hut sebagai teknisi yang telah membantu dalam pelaksanaan pengujian di laboratorium BPPTPTH Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryunis. (2009). *Penuntun Pratikum Teknologi Benih*. Jambi: Fakultas Pertanian Universitas Jambi.
- Boland, J.D., Brooker, M.I.H., & Turnbull, J.W. (1980). *Eucalyptus Seed*. Australia: CSIRO.
- Darwo, Suhendang, E., Jaya, I.N.S., Purnomo, H., & Pratiwi. (2012). Kuantifikasi kualitas tempat tumbuh dan produktivitas tegakan hutan tanaman Eukaliptus Di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(2), 83-93.
- Doran, J.C. & Turnbull, J.W. (1997). Australian trees and shrubs : species for land rehabilitation and

- farm planting in the tropics. *ACIARV Monograph No. 24*, VII + 384p.
- Forestry Tasmania. (2010). Eucalypt seed and sowing. Native Forest Silviculture *Technical Bulletin 1*. Forestry Tasmania, Hobart.
- Hardiwinoto, S., Nurjanto, H.H., Nugroho, A.W., & Widiyatno. (2011). Pengaruh komposisi dan bahan media terhadap pertumbuhan semai pinus (*Pinus merkusii*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(1), 9-18.
- ISTA. (2010). *International Rules for Seed Testing Edition 2010*. Switzerland: International Seed Testing Association.
- Kamil. (1982). *Teknologi Benih I*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Leksono, B. (2010). Efisiensi seleksi awal pada kebun benih semai *Eucalyptus pellita*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 1-13.
- Pramono, E. (2009). *Penuntun Praktikum Teknologi Benih*. Bandarlampung: Universitas Lampung
- Rahmawati, L. (2015). Validasi kertas CD sebagai media pada pengujian daya berkecambah benih jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Hasnur*, 1(2), 51-54.
- Rohandi, A. & Widyani, N. (2007). Pengaruh tingkat devigorasi dan kerapatan benih krasikarpa terhadap pertumbuhan semainya. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 4(1), 13-26.
- Rohandi, A. & Widyani, N. (2009). Komposisi vigor kecambah tusam pada beberapa tingkat devigorasi dan kerapatan benih. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 6(5), 261-271.
- Santoso & Purwoko. (2008). Pertumbuhan bibit tanaman pada berbagai kedalaman dan posisi tanam benih. *Buletin Agronomi*, 36(1), 70-77.
- Saupe, S.G. (2009). *Testing for Seed Viability*. Plant Physiology (Biology 327). College of St. Benedict/St. John's University; Biology Department; Collegeville.
- Siregar, N. (2010). Pengaruh ukuran benih terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit gmelina (*Gmelina arborea* Linn.). *Tekno Hutan Tanaman*, 3(1), 1-5.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2011). *Uji Benih Tanaman Hutan. Bagian 6 : Daya Berkecambah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Suita, E. & Nurhasbi. (2009). Metode pengujian mutu fisik dan fisiologis benih pulai (*Alstonia scholaris*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 6(2), 55-62.
- Suita, E. & Bustomi, S. (2014). Teknik peningkatan daya dan kecepatan berkecambah benih pilang. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 2(1), 45-52.
- Suhartati. (2007). Pengaruh perlakuan awal terhadap viabilitas benih sengan buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 4 (suplemen No. 1), 189-197.

- Susilowarno. (2007). *Biologi Untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Grasindo
- Sutopo, L. (2010). *Teknologi Benih*. Edisi Revisi. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Suwarno, F. C. & Hapsari, I. (2008). Studi alternatif substrat kertas untuk pengujian viabilitas benih dengan metode uji UKDdp. *Buletin Agronomi*, 36 (1), 84 -91.
- Widajati, E., E. Murniati, E. Palupi, T. Kartika, M.R. Suhartanto, & A. Qadir. (2012). *Dasar Ilmu dan Teknologi Benih*. Bogor: IPB Press.
- Yuniarti, N., Megawati, & Leksono, B. (2013). Teknik perlakuan pendahuluan dan metoda perkecambahan untuk mempertahankan viabilitas benih *Acacia crassicarpa* hasil pemuliaan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(1), 1-11.
- Yuniarti, N., Megawati, & Leksono, B. (2015). Sortasi benih dengan ayakan untuk meningkatkan viabilitas benih *Eucalyptus pellita* F. Mull. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 4(1), 35-40.